

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-172127

(43)Date of publication of application : 03.07.1990

(51)Int.Cl.

H01J 1/30

H01J 9/02

(21)Application number : 63-326613

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 23.12.1988

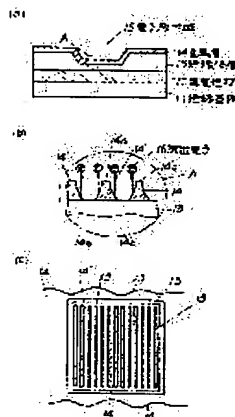
(72)Inventor : SUGANO TORU
KANEKO AKIRA
TOMII KAORU

(54) ELECTRON EMISSION ELEMENT AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PURPOSE: To uniformize an electron emission distribution by broadly distributing the thick part for low-resistance assuring and the thin part for electron actual emission in a coexisting condition in the electron emission region part in a metal layer.

CONSTITUTION: An electron emission element is composed of the conductive material 12 formed on an insulation substrate 11, the insulation body layer 13 formed on the material 12, and the metal layer 14 formed on the layer 13. Many metal layers 14' having a belt-state are parallelly formed in the electron emission region 15 in the layer 14, and a layer 13 surface is exposed between each layer 14'. The layer 14' has the shape having a flat top part 14'a and a tilted edge part 14'b. The part with the part 14'a as the center is the thick part for low-resistance assuring, and the part with the foot of the part 14'b as the center is the thin part for electron emission. The part 14'b coexists with the part 14'a and is broadly distributed in the region 15. When voltage is applied between the material 12 and the layer 14, a strong electric field is generated, and electrons are broadly emitted from the whole area of the region 15.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A)

平2-172127

⑫ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)7月3日

H 01 J 1/30
9/02A 6722-5C
A 6722-5C

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全8頁)

⑭ 発明の名称 電子放出素子およびその製造方法

⑮ 特 願 昭63-326613

⑯ 出 願 昭63(1988)12月23日

⑰ 発 明 者 菅 野 亨 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内

⑱ 発 明 者 金 子 彰 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内

⑲ 発 明 者 富 井 薫 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内

⑳ 出 願 人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地

㉑ 代 理 人 弁理士 栗野 重孝 外1名

明 算 書

1. 発明の名称

電子放出素子およびその製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 導電性材と、この導電性材の上に形成された絶縁体層と、この絶縁体層の上に形成された金属層とを備えており、前記金属層における電子放出域部分では、低抵抗確保用の厚い部分と電子実放出用の薄い部分が並存した状態で広く分布している電子放出素子。

(2) 金属層における電子放出域部分は、平らな頂部と徐々に厚みが薄くなり絶縁体層表面に達する傾斜縁部とを有する形状であるとともに同傾斜縁部の側方では絶縁体層表面が露出するようにして形成されており、前記頂部を中心とした部分が低抵抗確保用の厚い部分であり、傾斜縁部の裾を中心とした部分が電子実放出用の薄い部分である請求項1記載の電子放出素子。

(3) 絶縁体層と金属層は、電子放出域において厚みが薄く、電子放出域外において厚みが厚くな

っているとともに、前記絶縁体層と金属層の境界が電子放出域内外にわたって同一平面上にある請求項1または請求項2記載の電子放出素子。

(4) 電子放出域における金属層形成個所に対応する部分が明いているマスクを、導電性材の上に形成された絶縁体層に対しその表面から少し離して配設して金属を蒸着し、前記電子放出域に低抵抗確保用の厚い部分と電子実放出用の薄い部分が広く分布した金属層を有する素子を得るようにする電子放出素子の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

この発明は、例えば、電子顕微鏡、電子ビーム露光装置、CRT等、各種電子ビーム応用装置の電子発生源として利用される電子放出素子およびその製造方法に関する。

従来の技術

電子顕微鏡やCRT等の電子発生源として使われる電子放出素子として、従来、熱電子を放出する熱陰極が用いられている。しかし、熱陰極は陰

極自体を加熱する加熱手段を必要としたり、加熱に伴うエネルギー損失があったりという問題がある。それで、加熱を必要としない電子放出素子、いわゆる冷陰極の研究がなされ、いくつかの素子が実際に提案されている。

具体的には、PN接合に逆バイアス電圧を印加し、電子なだれ降伏現象を起こさせて素子外に電子を放出させるようにしたもの、あるいは、電界集中の生じ易い形状の金属に対し電圧を印加して局部的に電界強度を高め、金属から素子外に電子を放出させる電界効果型のもの、さらには、金属層—絶縁体層—金属層の3層構成で、両金属層間に電圧を印加することにより、トンネル効果で絶縁体層を通過してきた電子を金属層表面から素子外に放出させるもの(MIM型と通称される)等の電子放出素子がある。これらのうちMIM型電子放出素子は構成が簡単であり、これからの素子として注目もされている。

第4図に、MIM型電子放出素子の原理図を示す。この電子放出素子の電子放出作用を第4図に

基づいて説明する。

この電子放出素子は、金属層(導電性材)41上に薄い絶縁体層42が積層され、同絶縁体層42の上に薄い金属層43が積層された構成となっている。電源44によって、金属層43の仕事関数 ϕ よりも大きな電圧を金属層41・金属層43間に印加することによって、絶縁体層42をトンネルした電子のうち真空単位より大きなエネルギーをもつ電子が、放出電子45として、金属層43表面から飛び出す。

従来、第5図や第6図にみるようなMIM型電子放出素子が具体的に提案されている。

第5図の電子放出素子は、ガラス基板51の表面にAlの金属層52およびAuの金属層55が積層されているとともに、両金属層52, 55の間は、図にみるように、Al₂O₃の絶縁体層53およびSiO₂の絶縁体層54が設けられた構成となっている。この電子放出素子では、電源により金属層52, 55間に電圧が加えられると、金属層55における電子放出域56から電子が飛び出す(テレビジ

ン学会電子装置研究委員会資料「トンネルカソードを用いた陰極線管」1968年4月30日)。

第6図の電子放出素子は、絶縁基板61の表面に帯状の金属層62を形成し、その上を絶縁体層63で覆い、そして金属層62と直交するように帯状の金属層64を積層形成したものである。金属層62, 64間に電圧が加わると、電子放出域である両金属層の交差部分から電子が飛び出す(特開昭63-6717号公報)。

発明が解決しようとする課題

しかしながら、上記のMIM型電子放出素子では、電子放出域における電子放出分布が不均一であるという問題がある。電子放出域において電子が良く出る所とそうでない所があるのである。さらに、従来の電子放出素子では、電子放出分布の不均一に加えて、絶縁体層上の金属層に導通不良が生じ易いという問題もある。

まず、電子放出分布が不均一である理由を説明する。絶縁体層の上に形成された金属層は、放出効率を上げるため、電子放出域における金属層

の厚みを非常に薄くしているが、同電子放出域全域に薄く形成した金属層は厚みを一定にすることが困難なために、どうしても不均一となり、これが電子放出分布の不均一性となってあらわれてしまうのである。また、金属層の膜厚が非常に薄いため、電子放出域内の金属層において電源側から順次電圧降下が生じ、電子放出域内での実効的電界強度が不均一となり、電子の放出分布に不均一が生じてしまう。さらに、絶縁体層を透過してきた電子で金属層から飛び出すことのできなかったものは、この薄膜金属層内を流れるが、この流れる電流が大きくなるとジュール熱を発生し、金属層の一部を蒸発させてしまう。そのため電子放出域の絶縁体層に均一で安定した電界を印加することができなくなり、その結果安定で均一な電子放出を得ることができなくなってしまうのである。

つぎに、金属層に導通不良が起こり易い理由を説明する。第6図の電子放出素子では、絶縁体層の表面に段差がついているため、その上に形成される金属層にも層全体にわたって段差がついてし

まう。層全体にわたる段差があると、段差のついている所で亀裂が生じ易い。金属層に亀裂が入ると電気的導通が損なわれ導通不良が起きる。

この発明は、上記の事情に鑑み、電子放出分布の不均一性を解消した電子放出素子を提供することを第1の課題とし、これに加えて、金属層の電気的導通の信頼性も高い電子放出素子を提供することを第2の課題とし、そして、電子放出分布の不均一性を解消した電子放出素子を簡単に製造できる方法を提供することを第3の課題とする。

課題を解決するための手段

請求項1～4記載の発明では、上記課題を解決するため、それぞれ下記のような構成をとっている。

第1の課題を解決するため、請求項1、2記載の電子放出素子は、金属層における電子放出域部分では、低抵抗確保用の厚い部分と電子突出用の薄い部分と並存した状態で広く分布しているという構成をとっている。

請求項2記載の発明では、加えて、金属層にお

る素子を得るようにしている。

作 用

この発明の電子放出素子では、電子放出域に広く分布した電子突出用の薄い金属層部分から電子がまんべんなく放出されるため、電子放出分布の不均一性が解消される。薄い金属層部分には、厚い金属層部分が並存して低抵抗確保が確保されているため、電圧降下が抑えられ、正常な電圧印加状態が維持される。

薄い金属層部分と厚い金属層部分とが並存した状態であるため、電子放出域の広い範囲にわたって薄い金属部分をうまく形成することができる。

例えば、金属層形成個所に対応する部分にスリットのあるマスクを絶縁体層から離して配設しておいて金属を蒸着すると、スリットの内寄りに対応する個所には平らな頂部が、スリットの縁に対応する個所には傾斜縁部が並存した状態となっている金属層が形成される。頂部を中心とした部分が低抵抗確保用の厚い部分であり、傾斜縁部の裾を中心とした部分が電子突出用の薄い部分であ

ける電子放出域部分は、平らな頂部と徐々に厚みが薄くなり絶縁体層表面に達する傾斜縁部とを有する形状であるとともに同傾斜縁部の側方では絶縁体層表面が露出するようにして形成されており、前記頂部を中心とした部分が低抵抗確保用の厚い部分であり、傾斜縁部の裾を中心とした部分が電子突出用の薄い部分となっている。

第2の課題を解決するため、請求項3記載の電子放出素子は、絶縁体層と金属層は、電子放出域において厚みが薄く、電子放出域外において厚みが厚くなっているとともに、前記絶縁体層と金属層の境界が電子放出域内外にわたって同一平面上にあるようにしている。

第3の課題を解決するため、請求項4記載の電子放出素子の製造方法では、電子放出域における金属層形成個所に対応する部分が明いているマスクを、導電性材の上に形成された絶縁体層に対しその表面から少し離して配設して金属を蒸着し、前記電子放出域に低抵抗確保用の厚い部分と電子突出用の薄い部分が広く分布した金属層を有す

る。頂部は薄くする必要がなく、厚めの層であるから金属層の膜厚制御が容易であり、電子放出域全域に所定の厚みの膜付けが簡単にできる。当然、頂部に付随して並存する傾斜縁部の裾を中心とした薄い金属層部分も広い範囲に渡って所定の厚みでうまく形成できることとなる。

絶縁体層の薄い部分でトンネル現象が起こるため、電子放出域を限定区画できる。そして、金属層が電子放出域で薄くて電子放出域外で厚い構成の場合、薄い部分で高電子放出効率を確保し、厚い部分で薄い部分による抵抗増加を抑えて低抵抗を確保することができる。また、絶縁体層と金属層の境界が同一平面上にあると、金属層全体に段差がつくようなことがないので、金属層に亀裂が入り難くなるとともに、厚みの不均一性がより少なくなる。

この発明の製造方法では、マスクを絶縁体層表面から少し離して配設することにより、薄い金属層部分と厚い金属層部分とが並存した状態を現出させることができる。もちろん、マスクには金属

層の分布形状に対応した窓(スリット)が設けられている。金属層形成の際にマスクを置く程度で実現できるのであるから、極めて簡単に上記電子放出素子が製造できることになる。

実施例

以下、この発明にかかる電子放出素子およびその製造方法を、その一実施例をあらわす図面を参照しながら詳しく説明する。

第1図(a)~(c)は、請求項2記載の電子放出素子の一例(請求項1記載の電子放出素子の例でもある)をあらわす。

この電子放出素子は、第1図(a)にみるように、ガラス等の絶縁基板11の上に形成されたAl等の導電性材12と、導電性材12の上に形成された Al_2O_3 や SiO_2 等の絶縁体層13と、絶縁体層13の上に形成されたAu等の金属層14とを備えている。導電性材12の厚みは、1000~5000Å程度である。絶縁体層13の厚みは、電子放出域15部分では50~200Å程度であり、電子放出域15以外では、2000~5000Å程度である。金属層14

の厚みは、電子放出域15以外の部分では500~2000Å程度である。

金属層14における電子放出域15部分の構成はつぎのようになっている。電子放出域15では、第1図(c)にみるように、極細い帯状の金属層14'が多数本並列に形成されていて、各金属層14'間は、金属は蒸着されず絶縁体層13表面が露出した状態になっている。金属層14'は、第1図(c)にみる金属層14の部分Aの拡大断面図にみるように、平らな頂部14'aと徐々に厚みが薄くなり絶縁体層13表面に達する傾斜縁部14'bとを有する形状である。頂部14'aを中心とした部分が低抵抗確保用の厚い部分であり、傾斜縁部14'bの裾を中心とした部分が電子実放出用の薄い部分である。多数の帯状の金属層14'の傾斜縁部14'bは頂部14'aに並存して電子放出域15を広い範囲に渡りまんべんなく走っている。したがって、実電子放出用の薄い金属層部分が電子放出域全域に広く分布することとなるのである。なお、頂部14'aの厚みは、500~2000Å程度である。

導電性材12と金属層14の間に電圧を印加すると、頂部14'aで確保される低抵抗により、電圧降下が抑えられて強い電界が生じ、これに伴い電子が電子放出域15全域から広く放出される。

つぎに、請求項3記載の電子放出素子の一例について説明する。

第2図(a)、(b)は、請求項3記載の電子放出素子の一例をあらわす。

この電子放出素子は、第2図(a)にみるように、ガラス等の絶縁基板21の上に形成されたAl等の導電性材22と、導電性材22の上に形成された Al_2O_3 や SiO_2 等の絶縁体層23と、絶縁体層23の上に形成されたAu等の金属層24とを備えている。

金属層24における電子放出域25部分の構成は、先の実施例と同様の構成になっている。すなわち、金属層24の部分A'を拡大した第2図(b)にみるように、帯状の金属層24'が多数本並列に形成されていて、各金属層24'間は、金属は蒸着されず絶縁体層23表面が露出しており、金属層24'の断

面は、平らな頂部24'aと徐々に厚みが薄くなり絶縁体層23表面に達する傾斜縁部24'bとを有する形状になっている。

この実施例では、導電性材22が電子放出域25の所では、表面の一部に凸状部22aが形成されていて、その分、絶縁体層23の厚みが部分的に薄くなっていて、電子放出域が凸状部22aの個所に区画制限されている。

絶縁体層23は表面が平らであり、その上に形成される金属層24は層全体にわたって段差が付くようなことがない。絶縁体層23と金属層24の境界が電子放出域25内外にわたって同一平面上にあるのである。そのため、金属層24の電気的導通の信頼性が高くなることは前述の通りである。

金属層24も、電子放出域25での厚みが電子放出域25外での厚みよりも薄くなっており、高電子放出効率や低抵抗の確保が容易になっていることも前述の通りである。

この電子放出素子も、導電性材22と金属層24の間に電圧を印加すると、頂部24'aで確保され

る低抵抗により、電圧降下が抑えられて強い電界が生じ、これに伴い電子が電子放出域 25 全域から広く放出される。

続いて、請求項 4 記載の電子放出素子の製造方法の一例について、第 2 図と同様の構成を有する電子放出素子を作るときの様子を、第 3 図(a)~(i)を参照しながら説明する。

まず、ガラス等の絶縁基板 31 の表面に、例えば Al や Ta 等の金属を、例えば、抵抗加熱蒸着法、電子ビーム蒸着法、あるいは、スパッタ蒸着法により、1000~10000 Å 程度の厚みに蒸着し、第 3 図(a)にみるように、導電性材 32 を形成する。

導電性材 32 を形成した後、その表面のうち電子放出域 34 となる個所に、第 3 図(b)にみるように、選択的にレジスト層 33 を形成する。レジスト層 33 は、例えば、通常のフォトリソグラフィ技術を用いて形成することができる。

レジスト層 33 を形成しておいて、例えば、イオンミリング法、湿式エッチング法等を用いて第 3 図(c)にみるように、導電性材 32 のレジスト

絶縁層が形成される。

続いて、電子放出域 34 部分に金属層を形成する。第 3 図(d)にみるように、絶縁体層 37 の表面に少し離してマスク 38 を配置し、例えば Au, Al, Mo, W 等の金属を、例えば、抵抗加熱蒸着法、電子ビーム蒸着法、あるいはスパッタ蒸着法を用いて、100~500 Å 程度の厚みで蒸着する。マスク 38 は、金属層形成個所に対応した個所にスリットの明いているものを使う。例えば、巾 0.01~0.05 mm、長さ 0.5 mm あるいは 1.0 mm、ピッチ 0.05~0.1 mm の帯状のスリットが並行に多数本並んで明いているマスクを用いた。

こうして金属の蒸着により、第 3 図(e)にみるように、電子放出域 34 に金属層 39 が形成される。この金属層 39 では、部分 A' を拡大した第 3 図(i)にみるように、先の実施例と同様、頂部と傾斜縁部が並存したものとなっている。このように頂部と傾斜部が並存した状態が現出するのは、マスク 38 を絶縁体表面から少し離して配設するからである。

層のない部分を厚み d (例えば 500~5000 Å 程度)だけエッチングし、凸状部 32 a を形成する。

ついで、第 3 図(f)にみるように、凸状部 32 a 表面と向い高さとなるように、SiO₂, Al₂O₃, Ta₂O₅ 等の絶縁体層 35 を、例えば、抵抗加熱蒸着法、電子ビーム蒸着法、あるいはスパッタ蒸着法を用いて、エッチング厚み d 分だけ積層する。

絶縁体層 35 の積層に続いて、例えば、Au, Al, Mo, W 等の金属を、例えば、抵抗加熱蒸着法、電子ビーム蒸着法、あるいは、スパッタ蒸着法を用いて蒸着し、第 3 図(g)にみるように、金属層 36 を厚み 200~1000 Å 程度積層する。

ついで、レジスト層 33 をリフトオフした後、凸状部 32 a の表面部分を厚み 50~200 Å 程度の深さまで酸化することにより、第 3 図(h)にみるように薄い絶縁体層(酸化絶縁膜) 37 を形成する。酸素雰囲気中で熱酸化したり、陽極酸化したりする等の方法により、Al₂O₃, Ta₂O₅ 等の層を形成するのである。そうすると、導電性材 32 の上に、絶縁体層 35, 37 からなり表面が平らな絶

第 3 図(i)に示す電子放出素子は、第 2 図(a)と対比してみると、凸状部 32 a' が凸状部 22 a に対応し、絶縁体層 35, 37 に絶縁体層 23 に対応し、そして、金属層 36, 39 が金属層 24 に対応しており、両電子放出素子が同様の構造であることが分かる。

この発明は上記実施例に限らない。電子放出素子を請求項 4 記載の方法以外の方法により作るようにしてもよい。例えば、電子放出域の金属層の形成を、頂部の厚みで全面的に金属層をまず形成しておいて厚い部分と並存させるようにして必要個所のみを選択的に削って電子放出用の薄い部分を作るようにして行ってもよい。

上記実施例では電子放出域が 1 個であったが、電子放出域が複数所定の配列で並ぶ電子放出素子アレイであってもよい。

各層の材料や厚みが上記例示のものに限らないことはいうまでもない。

発明の効果

請求項 1~3 記載の電子放出素子、あるいは、

請求項4記載により得られた電子放出素子は、電子放出域部分に広く分布する電子実放出用の薄い金属層部分から電子がまんべんなく放出されるため、電子放出分布の不均一性が解消される。

請求項3記載の電子放出素子では、加えて、金属層の層全体にわたる段差がなく金属層に亀裂が入り難いため、金属層の電気的導通の信頼性が高い。

請求項4記載の電子放出素子の製造方法は、電子放出域形成の際にマスクを配置することが加わる程度のことであるから、上記電子放出素子が簡単に製造できる。

4. 図面の簡単な説明

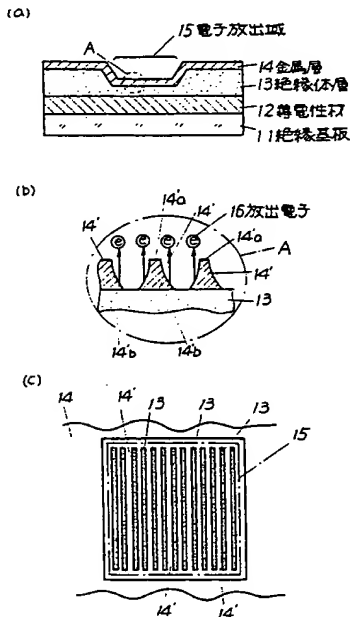
第1図(a)~(c)は、請求項1および請求項2記載の電子放出素子の一例をあらわす図であって、図(a)は断面図、図(b)は金属層の部分拡大断面図、図(c)は金属層の部分拡大平面図である。第2図(a)、(b)は、請求項3記載の電子放出素子の一例をあらわす図であって、図(a)は断面図、図(b)は金属層の部分拡大断面図である。第3図(a)~(i)は、請求項

4記載の製造方法により電子放出素子を作成するときの様子を順を追って説明する概略断面図である。第4図は、MIM型電子放出素子の原理を説明するための模式的断面図、第5図は、従来の電子放出素子をあらわす概略断面図、第6図は、従来の電子放出素子をあらわす概略斜視図である。

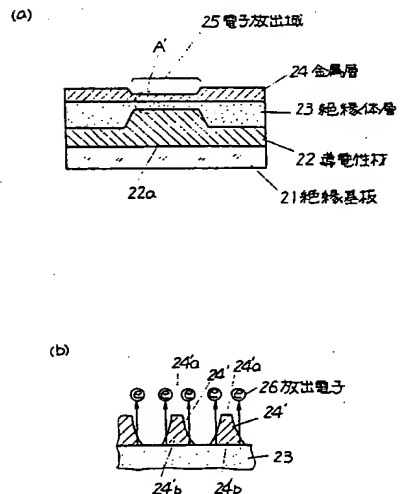
11, 21, 31…絶縁基板、12, 22, 32…導電性材、13, 23, 35, 37…絶縁体層、14, 24, 36, 37, 39…金属層、14'…帯状の金属層、14'a…頂部、14'b…傾斜縁部、38…マスク。

代理人の氏名 弁理士 栗野重孝 ほか1名

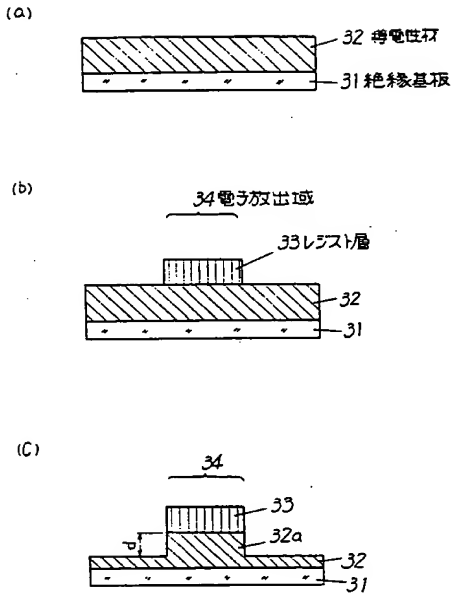
第1図



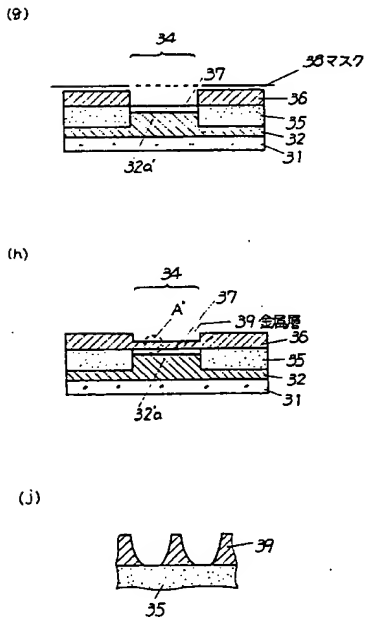
第2図



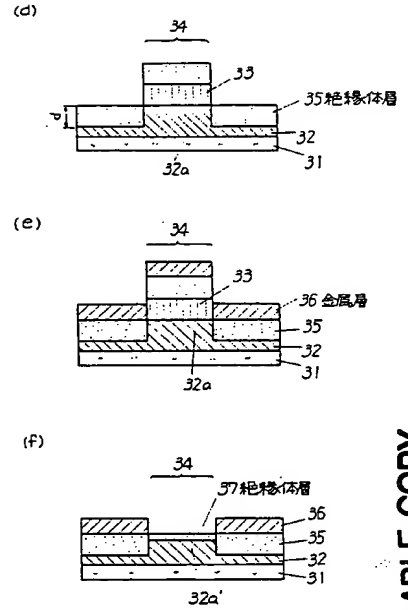
第 3 図



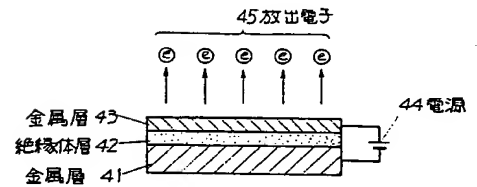
第 3 図



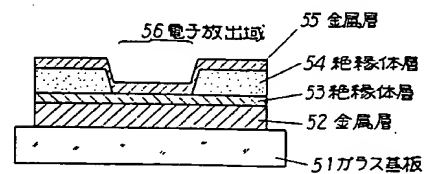
第 3 図



第 4 図

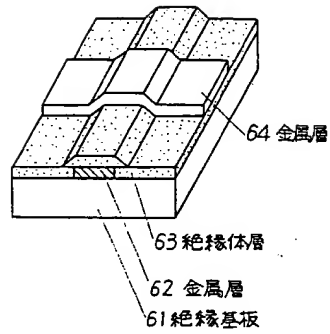


第 5 図



BEST AVAILABLE COPY

第 6 圖



BEST AVAILABLE COPY